

УДК 633.15:631.5:631.8:631.67(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.4>

ВПЛИВ АГРОЗАХОДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОЄЮ ФОТОСИНТЕТИЧНО АКТИВНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВОЛОГИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Вожегова Р.А. – д.с.-г.н., професор, академік Національної академії аграрних наук України, директор,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Коківіхін С.В. – д.с.-г.н., професор, заступник директора з наукової роботи,

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Дробітько А.В. – к.с.-г.н., доцент, декан факультету агротехнологій,

Миколаївський національний аграрний університет

Найдьонов В.Г. – к.с.-г.н., директор,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Асканійське» Інституту

зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України»

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу режиму зрошення, удобрення та норм висіву на ефективність використання сонячної радіації, ґрунтової вологи та урожайності насіння сої.

Встановлено, що покращення водного та поживного режиму ґрунту шляхом застосування зрошення, мінеральних і бактеріальних добрив сприяє підвищенню ефективності використання сонячної радіації та збільшує коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації в посушливих умовах півдня України. За біологічно оптимального режиму зрошення цей показник зростає до 2,88%. Внесення мінеральних добрив та обробка насіння «Ризоторфіном» сприяли зростанню ККД ФАР за біологічно оптимального режиму зрошення на 4,4–5,5; водозберігаючому – 5,9–9,8; ґрунтозахисному – 3,8–5,4 відсоткових пункти.

Аналіз структури водоспоживання посівів сої свідчить про те, що максимальна питома вага припадає на вегетаційні поливи за режимами зрошення: біологічно оптимальний – 54,9–56,9%; водозберігаючий – 46,1–47,7%; ґрунтозахисний – 48,8–50,5%. Найменше значення мали запаси ґрунтової вологи – 8,2–17,8%. Найбільше середньодобове випаровування (евапотранспірація) посівів сої на рівні 74,1–86,7 м³/га зафіксовано у міжфазний період «бутонізація – цвітіння». На початку та наприкінці вегетації цей показник був мінімальний і становив 21,1–30,4 м³/га.

У дослідях зафіксовано максимальний рівень урожайності насіння сої 5,12 т/га за біологічно оптимального режиму зрошення, внесення розрахункової норми добрив із обробкою насіння перед сівбою бактеріальним добривом «Ризоторфін» і формування густоти стояння рослин 600 тис. шт./га. На неудобреному контролі урожайність культури склала 3,30 т/га, що на 34,2–39,1% менше за удобрені варіанти. Аналіз експериментальних даних дозволив встановити максимальний ступінь впливу на урожайність насіння режиму зрошення та удобрення, які становили 50,5 та 16,3%, що норми висіву менше впливали на продуктивність рослин сої (5,9%). Зростання впливу результативних ознак до 6,8% зафіксовано за взаємодії зрошення та удобрення. Вплив не врахованих чинників склав 7,4%.

Ключові слова: соя, режим зрошення, добрива, норма висіву, ФАР, водоспоживання, урожайність, частка впливу факторів.

Vozhehova R.A., Kokovikhin S.V., Drobitko A.V., Naidonov V.H. *The influence of agricultural practices on the efficiency of using photosynthetic active radiation and moisture by soybean under the conditions of the South of Ukraine*

The article presents the results of research on the influence of irrigation, fertilization and seeding rates on the efficiency of using solar radiation, soil moisture on soybean seed yield.

It is established that the improvement of water and nutrient regime of the soil using irrigation, mineral and bacterial fertilizers helps to increase the efficiency of solar radiation and increases the efficiency of photosynthetic active radiation (PAR) under arid conditions of southern Ukraine.

Under the biologically optimal irrigation regime, this figure increases to 2,88%. Application of mineral fertilizers and seed treatment with "Rhizotorphin" contributed to the increase of efficiency of PAR under the biologically optimal irrigation regime by 4,4–5,5; water-saving – 5,9–9,8; soil protection – 3,8–5,4 percentage points respectively.

Analysis of the structure of water consumption of soybean crops shows that the maximum share falls on vegetative irrigation by irrigation regimes: biologically optimal – 54,9–56,9%; water saving – 46,1–47,7%; soil protection – 48,8–50,5%. Stocks of soil moisture were the least important – 8,2–17,8%. The highest average daily evaporation (evapotranspiration) of soybean crops at the level of 74,1–86,7 m³/ha was observed in the interphase period "budding–flowering". At the beginning and end of the growing season, this figure was minimal and amounted to 21,1–30,4 m³/ha.

The experiments recorded the maximum level of soybean seed yield of 5,12 t/ha under the biologically optimal irrigation regime, the application of the calculated rate of fertilizers with seed treatment before sowing with bacterial fertilizer "Rhizotorphin" and the formation of plant density of 600 thousand piece/ha. On the unfertilized control, the crop yield was 3,30 t/ha, which is 34,2–39,1% less than the fertilized variants. The analysis of experimental data allowed establishing the maximum degree of influence on the yield of seeds of irrigation and fertilization – 50,5 and 16,3% respectively, sowing rates to a lesser extent affected the productivity of soybean plants – 5,9%. An increase in the impact of performance characteristics to 6,8% was observed in the interaction of irrigation and fertilization. The influence of unaccounted factors was 7,4%.

Key words: soybean, irrigation regime, fertilizers, seeding rate, photosynthetic active radiation (PAR), water consumption, yield, share of factors.

Постановка проблеми. Основні фактори, які визначають продуктивність рослинного організму, поділяються на три основні групи: кліматичні (світло, тепло, вода, газовий склад повітря); едафічні (структура ґрунту, його хімічний склад); біологічні (різні мікроорганізми, рослинні та тваринні організми як корисні, так і шкідливі). Причому певні види рослин мають специфічну потребу у кожному із факторів життя, а також оптимальному їх сполученні [1].

Урахування показників продукційного процесу сільськогосподарських культур має велике значення в напрямках підвищення ефективності землеробської галузі та аграрного сектору економіки. Останнім часом майже відсутні аналітичні дослідження щодо оцінки показників фотосинтетично активної радіації (далі – ФАР) на формування продуктивності рослин з урахуванням їхнього впливу на урожайність, якісні та інші показники. Крім того, важливе наукове і практичне значення має встановлення кількісних та якісних змін продуктивності рослин за умов оптимізації агротехнологічних факторів (зрошення, удобрення, захист рослин) [2]. Ці питання потребують вивчення та наукового обґрунтування для розробки інноваційних технологій вирощування, які мають економічне та екологічне спрямування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Доведено, що 90–95% урожайності сільськогосподарських культур формується за рахунок надходження сонячної енергії і вуглекислого газу із атмосфери. Усі агротехнічні заходи (зрошення, внесення добрив, обробіток ґрунту) повинні бути спрямовані на те, щоб максимально сприяти рослинам краще використовувати сонячну енергію та продукувати найвищу кількість органічної речовини [2].

В існуючому сільськогосподарському виробництві для формування урожаю використовується тільки 0,7–2,0% ФАР. Згідно досліджень [3] встановлено, що середнє значення коефіцієнта використання ФАР становить: у звичайних виробничих умовах – 0,5–1,5%, у сприятливих – 1,0–3,0%, при максимальній оптимізації умов вирощування – 3,5–5,0%, у теоретично можливих умовах вирощування – 6,0–8,0%. Отже, коефіцієнт використання ФАР рослинами є інтегральним показником впливу усіх інших факторів на продуктивність культури, тому що будь-яке підвищення урожаю призводить до збільшення його використання [5].

Поряд з інтенсивністю надходження сонячної радіації на продуктивність рослин істотно впливає температурний режим повітря й ґрунту. Вплив термічних чинників на ріст і розвиток сільськогосподарських культур має різноспрямований характер: термічні фактори у вигляді сум температур слугують показником енергетичних умов; рівнем термічного режиму визначається інтенсивність біохімічних процесів у рослинному організмі, які впливають на швидкість росту й розвитку рослин [6].

Постановка завдання. Завданням досліджень було встановити вплив режиму зрошення, фону живлення та норм висіву на фотосинтетичну діяльність, водоспоживання та урожайність вирощування сої в умовах півдня України. Польові та лабораторні дослідження були проведені згідно з методикою дослідної справи [7] протягом 2013–2015 рр. в умовах ДП ДГ «Асканійське» Інституту зрошуваного землеробства у Каховському районі Херсонської області.

Схема досліді передбачала вивчення таких факторів і варіантів:

Фактор А (режим зрошення): біологічно-оптимальний (70–80–70 НВ у шарі ґрунту 0,5 м); водозберігаючий (70% НВ у шарі ґрунту 0,5 м); ґрунтозахисний (70 НВ у шарі ґрунту 0,3 м).

Фактор В (удобрення): без добрив (контроль); розрахункова доза мінеральних добрив під запланований рівень урожаю 3 т/га () + «Ризоторфін»; рекомендована норма $N_{60}P_{60}$ + «Ризоторфін».

Фактор С (густота стояння рослин): 600 тис. шт./га; 700 тис. шт./га; 800 тис. шт./га.

Повторність досліді – чотириразова, площа облікової ділянки третього порядку становила 52 м². Висівали сорт сої Фаєтон. Поливи проводили згідно схеми досліді дощувальним агрегатом «Фрегат». Збирали урожай сої комбайном «Сампо – 500». Дані обробляли методом дисперсійного аналізу для встановлення найменшої істотної різниці та частки впливу факторів [7].

Виклад основного матеріалу дослідження. Коефіцієнт корисної дії (далі – ККД) фотосинтетично активної радіації посівів сої змінювався під впливом режиму зрошення та удобрення, що свідчить про істотний вплив цих чинників на ефективність використання рослинами сонячної енергії (рис. 1). Встановлено, що за біологічно оптимального режиму зрошення ККД ФАР був максимальним і змінювався в межах від 2,73 до 2,88%. Найменші значення цього показника оцінки ефективності використання сонячної енергії рослинами сої були за водозберігаючого режиму зрошення – 2,54–2,79%. Ґрунтозахисний режим зрошення займав проміжне положення – 2,61–2,75%.

Застосування мінеральних добрив сумісно із «Ризоторфіном» сприяли сталому зростанню ефективності використання сонячної енергії. За біологічно оптимального режиму зрошення таке підвищення склало 4,4–5,5; водозберігаючого – 5,9–9,8; ґрунтозахисного – 3,8–5,4 відсоткових пункти відповідно. Це свідчить про важливість покращення поживного режиму ґрунту для збільшення коефіцієнтів корисної дії ФАР в умовах зрошення півдня України.

У польових досліді встановлено, що сумарне водоспоживання сої залежало від рівня вологозабезпеченості рослин і режимів зрошення. Максимального значення із двометрового шару ґрунту воно сягнуло за біологічно оптимального режиму зрошення і склало 5011 м³/га. За водозберігаючого та ґрунтозахисного режимів зрошення цей показник становив 4664 та 4820 м³/га (табл. 1). Аналіз структури водоспоживання посівів сої свідчить про те, що максимальна питома вага припадає на вегетаційні поливи за режимами зрошення: біологічно оптимальний – 54,9–56,9%; водозберігаючий – 46,1–47,7%; ґрунтозахисний – 48,8–50,5%. Найменше значення мали запаси ґрунтової вологи – 8,2–17,8%.

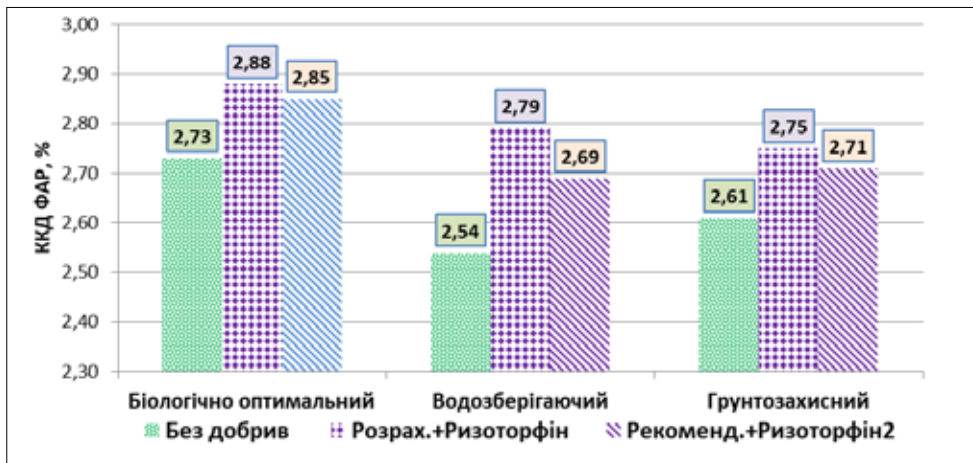


Рис. 1. Показники коефіцієнту корисної дії ФАР посівів сої залежно від режиму зрошення, удобрення та норми висіву, %

Таблиця 1

Складники сумарного водоспоживання сої із різних шарів ґрунту та коефіцієнт водоспоживання залежно від умов вологозабезпеченості (середнє за 2013–2015 рр.)

Режим зрошення	Шар ґрунту, см	Складники балансу						Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
		ґрунтова волога		опадів		поливів			
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%		
Біологічно оптимальний	0–100	398	8,2	1685	34,9	2750	56,9	4833	1129
	0–200	576	11,5	1685	33,6	2750	54,9	5011	1171
Водозберігаючий	0–100	673	14,9	1685	37,4	2150	47,7	4508	1156
	0–200	829	17,8	1685	36,1	2150	46,1	4664	1196
Ґрунтозахисний	0–100	615	13,2	1685	36,2	2350	50,5	4650	1123
	0–200	785	16,3	1685	35,0	2350	48,8	4820	1164

Найбільш високу питому вагу використання запасів ґрунтової вологи (17,8%) і найменшу вегетаційних поливів (46,1%) одержали за водозберігаючого режиму зрошення, що підтверджує ресурсоощадність цієї схеми штучного зволоження. Коефіцієнт водоспоживання дорівнював 1123–1196 м³/т. Цей показник несуттєво змінювався під впливом режимів зрошення, а середньофакторіальна різниця між варіантами складала лише 2,3–2,8%.

За даними динаміки вологості ґрунту із шару 0–100 см у різні міжфазні періоди розвитку сої, розподілу атмосферних опадів та вегетаційних поливів у всіх варіантах дослідження доведено, що середньодобове випаровування сої у початковий період розвитку рослин було незначним – 25,2–30,4 м³/га (рис. 2).

Із початку проведення вегетаційних поливів середньодобове випаровування сої із шару ґрунту 0–100 см за міжфазними періодами розвитку істотно збільшувалося, а максимального значення цей показник досяг у міжфазний період

«бутонізація – цвітіння», коли було зафіксовано його зростання до 74,1–86,7 м³/га. Наприкінці вегетації спостерігалось зниження показників середньодобового випаровування у всіх варіантах досліді, при цьому вони коливалися в межах 21,2–28,9 м³/га залежно від режиму зрошення.

Встановлено, що у варіанті із біологічно оптимальним режимом зрошення урожайність насіння, в середньому по фактору, становила 4,28 т/га, у варіанті із водозберігаючим режимом зрошення було отримано 3,90, а при ґрунтозахисному – 4,14 т/га, отже різниця між першим, другим і третім варіантами склала 9,7 і 3,4% (табл. 2).

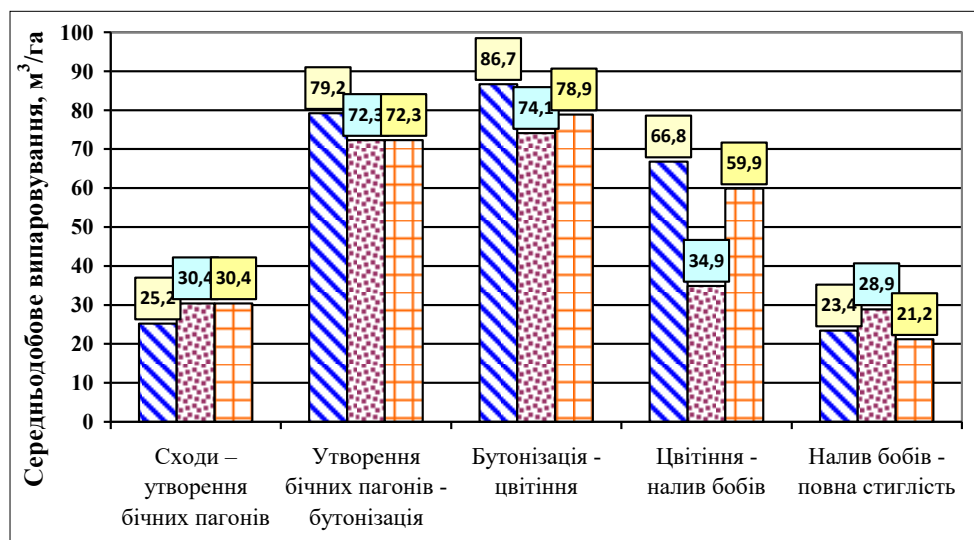


Рис. 2. Середньодобове випаровування сої із шару ґрунту 0–100 см за міжфазними періодами розвитку, м³/га (середнє за 2013–2015 рр.)

Таблиця 2

Урожайність насіння сої залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та норми висіву, т/га (середнє за 2013–2015 рр.)

Режим зрошення (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор С)			Середнє по фактору	
		600	700	800	А	В
Біологічно оптимальний	Без добрив	3,57	3,35	3,23	4,28	3,30
	Розрах. + «Ризоторфін»	5,12	4,98	4,45		4,59
	N ₆₀ P ₆₀ + «Ризоторфін»	4,79	4,67	4,33		4,43
Водозберігаючий	Без добрив	3,34	3,14	3,07	3,90	
	Розрах. + «Ризоторфін»	4,38	4,37	4,29		
	N ₆₀ P ₆₀ + «Ризоторфін»	4,31	4,13	4,11		
Ґрунтозахисний	Без добрив	3,58	3,26	3,15	4,14	
	Розрах. + «Ризоторфін»	4,97	4,49	4,23		
	N ₆₀ P ₆₀ + «Ризоторфін»	4,70	4,62	4,23		
Середнє по фактору С		4,31	4,11	3,90		

НП₀₅, т/га за факторами: А – 0,12; В – 0,09; С – 0,05

У варіанті без добрив урожайність сої, в середньому по фактору В, становила 3,30 т/га, а внесення добрив забезпечило суттєве (на 34,2–39,1%) підвищення її продуктивності. У варіанті із розрахунковою нормою добрив і «Ризоторфіном» одержано підвищення урожайності насіння сої на 1,29 т/га, а за внесення рекомендованої норми та «Ризоторфіну» – на 1,13 т/га. При цьому різниця між удобреними варіантами склала лише 0,16 т/га (4,9%).

Стосовно густоти стояння рослин визначено, що урожайність сої, в середньому по фактору, була найбільшою за густоти 600 тис. шт./га – 4,31 т/га. Підвищення рівня загущеності посіву від 600 до 700–800 тис. шт./га зменшило цей показник на 0,19–0,41 т/га (4,7–10,5%).

Найвищий у досліді рівень урожайності насіння сої 5,12 т/га був одержаний у варіанті із біологічно оптимальним режимом зрошення, розрахунковою нормою добрив, «Ризоторфіном» за норми висіву 600 тис. шт./га. Дисперсійний аналіз одержаних експериментальних даних дозволив встановити, що режими зрошення максимально впливали на продуктивність досліджуваної культури (рис. 3).

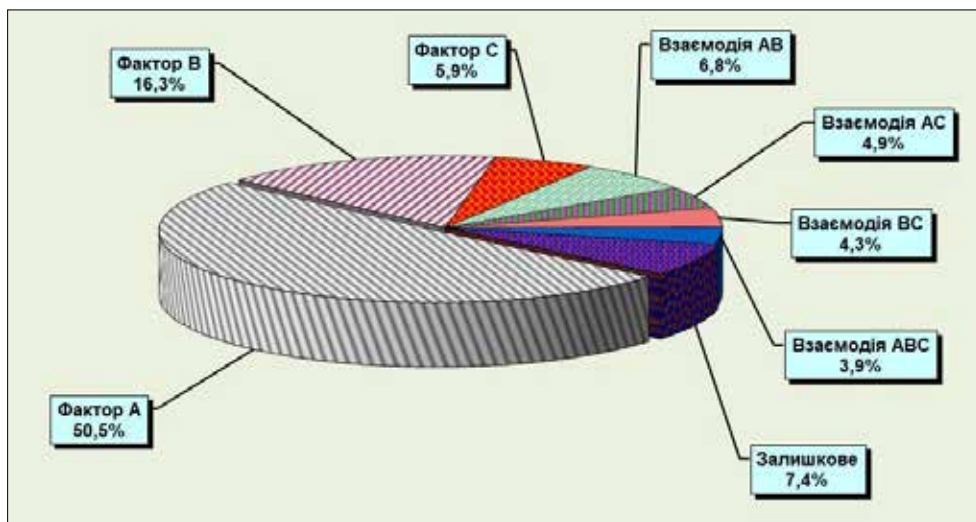


Рис. 3. Мінливість результативних ознак досліджуваних факторів: фактор А, % (середнє за 2013–2015 рр.)

Визначено, що частка впливу фактору А на формування урожаю насіння сої є найбільшою – 50,5%. Удобрення також мали важливий вплив на продуктивність рослин сої. При цьому мінливість результативних ознак дисперсії склала 16,3%. Норми висіву зумовили зміни урожайності на рівні 5,9%. Необхідно вказати на високий рівень взаємодії режиму зрошення та удобрення (фактори А та В), мінливість результативних ознак яких склала 6,8%. Інші взаємодії були менше 5%, а залишкова дія не врахованих чинників становила 7,4%.

Висновки і пропозиції. За результатами проведених досліджень визначено, що покращення водного та поживного режиму ґрунту шляхом застосування зрошення, мінеральних і бактеріальних добрив сприяє підвищенню ефективності використання сонячної радіації та збільшує коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації в посушливих умовах півдня України. За біологічно

оптимального режиму зрошення цей показник зростає до 2,88%. Внесення мінеральних добрив та обробка насіння «Ризоторфіном» сприяли зростанню ККД ФАР за біологічно оптимального режиму зрошення на 4,4–5,5; водозберігаючого – 5,9–9,8; ґрунтозахисного – 3,8–5,4 відсоткових пункти відповідно.

Аналіз структури водоспоживання посівів сої свідчить про те, що її максимальна питома вага припадає на вегетаційні поливи за режимами зрошення: біологічно оптимальний – 54,9–56,9%; водозберігаючий – 46,1–47,7%; ґрунтозахисний – 48,8–50,5%. Найменше значення мали запаси ґрунтової вологи – 8,2–17,8%. Найбільше середньодобове випаровування (евапотранспірація) посівів сої на рівні 74,1–86,7 м³/га спостерігалось у міжфазний період «бутонізація – цвітіння». На початку та наприкінці вегетації цей показник був мінімальний і становив 21,1–30,4 м³/га.

У дослідях зафіксовано максимальний рівень урожайності насіння сої 5,12 т/га за біологічно оптимального режиму зрошення, внесення розрахункової норми добрив із обробкою насіння перед сівбою бактеріальним добривом «Ризоторфін» і формування густоти стояння рослин 600 тис. шт./га. На неудобреному контролі урожайність культури склала 3,30 т/га, що на 34,2–39,1% менше за удобреної варіанти.

Аналіз експериментальних даних дозволив встановити максимальний ступінь впливу на урожайність насіння режиму зрошення та удобрення – 50,5 та 16,3%, а норми висіву менше впливали на продуктивність рослин сої – 5,9%. Зростання впливу результативних ознак до 6,8% спостерігалось за взаємодії зрошення та удобрення. Вплив не врахованих чинників склав 7,4%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Писаренко В.А., Коковіхін С.В., Мішукова Л.С., Писаренко П.В. Методичні вказівки по застосуванню розрахункового методу визначення строків поливу сільськогосподарських культур за показниками середньодобового випаровування. Херсон : Колос, 2005. 16 с.
2. Григоров М.С. Водосберегающие технологии выращивания с.-г. культур. Волгоград : ВГСХА, 2001. 169 с.
3. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная проблема. *Физиология растений*. 1978. Т. 25. Вып. 5. С. 922–937.
4. Лисогоров К.С., Писаренко В.А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 49. С. 49–52.
5. Коковіхін С.В. Електронно-інформаційний довідник ЕІД “Agromet” : методичні рекомендації. Херсон : ІЗЗ НААН, 2009. 16 с.
6. Писаренко В.А., Мішукова Л.С., Коковіхін С.В., Присяжний Ю.І. Ефективність різних схем режимів зрошення в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С. 31–37.
7. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.